

П.В. Соколовський, PhD студент, ORCID 0000-0002-0113-4479
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА АКТИВНИХ СПОЖИВАЧІВ У РАМКАХ ІЄРАРХІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ОБМЕЖЕННЯХ ЛІБЕРАЛІЗОВАНИХ ЕНЕРГОРИНКІВ

Розвиток енергетики України перебуває в режимі реформування та законодавчих змін. Шлях до лібералізації енергоринків не є новим процесом в розвитку енергетичних секторів країн ЄС та США, однак ще не реалізований в повній мірі в Україні. Основна мета лібералізованих ринків електроенергії - гарантувати безпеку загальної системи, підвищення ефективності роботи та зниження вартості електроенергії за рахунок конкуренції. Успіх ринку електроенергії, не залежить лише від адекватної регуляторної політики, а й від прибутковості суб'єктів-учасників. Просування концепції віртуальних електричних станцій та концепції енергетичних співтовариств – світовий тренд, який активно просувається та реалізовується в багатьох країнах світу. Їх досвід може бути використаний для формування вітчизняної концепції розвитку сектору енергетики. В роботі проаналізовано стан та основні етапи реформування енергоринку України. Надано оцінку етапам, передумовам, критеріям та можливим наслідкам в реалізації і роботі лібералізованих енергоринків. Описано основні фактори, що впливають на реалізацію умови лібералізації енергоринку. Для активних споживачів, які є основним елементом переходу та становлення лібералізованого енергоринку визначено негативні наслідки і переваги в процесі формування свідомого і активного енергетичного суспільства.

Ключові слова: відновлювана енергетика, віртуальна електрична станція (Virtual Power Plant (VPP)), лібералізація, енергоринок, Energy Smart Community (ESC), Smart City, Smart Grid, photovoltaic (PV), renewable energy sources (RES), prosumage, сонячна електростанція, розподілена генерація, Energy Storage System (ESS).

Вступ. На сьогодні розвиток сектору відновлюваної енергетики України йде швидкими темпами за рахунок сприятливого енергетичного та економічного кліматів. За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), за 9 місяців 2019 року було введено 7 638 (298 промислових та 7340 СЕС домогосподарств) об'єктів відновлюваної електроенергетики загальною потужністю 2 661 МВт, з них: 253 об'єктів сонячної енергетики загальною потужністю 2032 МВт; 25 об'єктів вітроенергетики загальною потужністю 399 МВт; 7340 сонячних станцій домогосподарств загальною потужністю 188 МВт; 7 об'єктів малої гідроенергетики загальною потужністю 1,5 МВт; 9 електростанцій на біогазі загальною потужністю 24 МВт; 1 електростанцій на біомасі загальною потужністю 16 МВт.

У будівництво 3 968 МВт потужностей об'єктів відновлюваної електроенергетики інвестовано близько 3,4 млрд євро. Станом на 01.10.2019 року в Україні працює 15 665 (875 промислові та 14 790 СЕС домогосподарств) об'єктів відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф, загальною потужністю 4 935 МВт, з них: 611 СЕС загальною потужністю 3 420 МВт; 55 ВЕС загальною потужністю 932 МВт; 14 790 СЕС приватних домогосподарств 345 МВт; 153 МГЕС загальною потужністю 112 МВт; 45 електростанцій на біогазі загальною потужністю 70 МВт; 11 електростанцій на біомасі загальною потужністю 56 МВт [1].

Останніми роками зростання сектора було швидким, і така тенденція триватиме у наступні роки, однак інвестори повинні ретельно оцінювати вплив нового режиму аукціонів.

За офіційними даними НКРЕКП встановлені потужності і ключові проекти станцій з виробництва відновлюваної енергії в розрізі регіонів станом на 31 грудня 2018 р. (не враховуючи офіційних статистичних даних за 2019 рік), МВт-пік [1,2] представлені на рис.1.

Україна планує збільшити виробництво енергії з відновлюваних джерел з 4% в 2015 році до 12% до 2025 року і довести показник до 25% в 2035 році. Це зростання залежить від правового середовища і доступу до міжнародного фінансування. До цього часу зростання, значною мірою, зумовлювалося ухваленням у 2008 році зеленим тарифом, яким до кінця 2029 року гарантуються ціни на електроенергію, отриману з виробничих потужностей відновлюваної енергетики, введених в експлуатацію до кінця 2019 року [3,4].

Подальший розвиток, без суттєвого впливу на ціну електроенергії, стимулюватиметься за рахунок

Триває робота із синхронізації української енергосистеми з європейською ENTSO яка, окрім забезпечення таких необхідних функцій резервування в системі, також дозволить ефективно конкурувати на внутрішньому ринку електроенергії з надходженням від міжнародних постачальників, одночасно надаючи українським АЕС і електростанціям на основі відновлюваних джерел доступ до ринків Європейського Союзу. Завершення цих робіт дозволить Україні розірвати енергетичні зв'язки із Російською Федерацією. Прогноз виробництва електроенергії (млрд кВт-год) та прогнози щодо структури енергопостачання України показано на рисунках 2,3.

Така інтернаціоналізація ринку підвищить інвестиційну привабливість українського енергетичного сектора, а отже заохотить інвесторів до участі у нових проектах, пов'язаних з відновлюваною енергетикою [5]

Метою роботи є аналіз взаємодії віртуальних електричних станцій та активних споживачів в умовах лібералізації енергоринку України

Передумови до лібералізації енергоринку України

Україна зробила великі технічні, економічні та політичні кроки до лібералізації роздрібного ринку електроенергії, відповідно до стандартів ЄС. Тепер майже всі споживачі мають можливість самостійно обирати свого постачальника електроенергії. Домогосподарства та підприємства малого та середнього бізнесу (МСБ), зазвичай, будуть обслуговуватися існуючими постачальниками (які на момент отримання ліцензії були частиною вертикально інтегрованих компаній), яким доручено виконувати так зване «зобов'язання щодо універсальних послуг» до середини 2020-го року. Домогосподарства та МСБ як споживачі електроенергії можуть обирати комерційного постачальника (крім свого постачальника універсальних послуг). Проте, оскільки максимальна ціна, яку універсальний постачальник може стягувати зі споживачів, встановлюється адміністративно на основі тарифу, затвердженого НКРЕКП, очікується масовий перехід від універсальних постачальників, що і є головною метою прийнятого закону. Уряд хоче реалізувати умову: аби жодне домогосподарство або суб'єкт малого бізнесу не залишилися без постачальника, після введення в дію реформи [6].

Таким чином, на ринку роздрібної торгівлі конкуренція буде відбуватися головним чином у сегменті великих споживачів, принаймні на першому етапі. Промислові споживачі можуть домовитися щодо контракту на постачання з будь-яким обраним постачальником і змінювати його декілька разів на рік. На сьогодні ДП «Енергоринок», оператор ринку, єдиний суб'єкт права на придбання та продаж електроенергії на оптовому ринку до липня 2019 року, підписав контракти із 179 енергопостачальниками. Той факт, що ДП «Енергоринок» збереже цю монополію протягом наступних шести місяців і продовжить адміністративно встановлювати оптову ринкову ціну до липня, серйозно обмежує конкуренцію на рівні роздрібного ринку. Незрозуміло, на якій підставі роздрібні постачальники конкуруватимуть, якщо електроенергія, яку закупають на оптовому ринку, однакова для всіх і таким чином не може бути отримана конкурентна перевага. Через це реальна конкуренція, навіть у більшому сегменті споживачів, швидше за все з'явиться лише з липня 2019 року, після повного відкриття оптового ринку.

Фактори, що впливають на реалізацію умови лібералізації енергоринку.

Реалізація процесу врегулювання небалансів або організації комерційного обліку, які є ключовими для належного функціонування оптового ринку, затягується. Відсутність конкуренції між виробниками електроенергії. На ринку є кілька великих виробників (в основному державні теплові електростанції та електростанції, що належать ДТЕК), і можливості для транскордонної торгівлі обмежені. Лише відносно невелика частина України (Бурштинський енергоострів) пов'язана з енергоринками ЄС. Лінії електропередачі з Росією та Білоруссю не використовуються для торгівельних цілей, і можливе ринкове сполучення з Молдовою матиме відносно обмежений вплив на ліквідність українського ринку і не зруйнує нинішню олігополістичну структуру. Швидка фізична інтеграція із ENTSO-E та подальша лібералізація експорту та імпорту електроенергії (валові обсяги яких наразі підлягають попередньому затвердженню з боку уряду) мають потенціал для значного збільшення ліквідності українського ринку електроенергії.

Негативним фактором є й те, що перехід на стимулююче регулювання для ОСР (регульована база активів як основа для розрахунку тарифів) була відкладена. Модель компенсації для постачальників універсальних послуг для пом'якшення наслідків можливої нестабільності оптового ринку після липня 2019 року далека від чіткої. Ситуація із захищеними споживачами та питання щодо належного балансу між платіжною дисципліною та захистом від переривань поставок (наприклад, з водоканалами) залишаються невирішеними. Необхідно запровадити ефективну систему підтримки вразливих споживачів, які мають труднощі з оплатою комунальних послуг. Водночас, як було зазначено, НЕК «Укренерго» не досягла значного прогресу у створенні ІТ-системи для централізованого врегулювання небалансів, і на даний час уряд не обрав банк, який буде забезпечувати фінансові гарантії та кліринг. Важко оцінити готовність учасників ринку до нової моделі (хоча, виходячи з опитувань, проведених проектним офісом протягом 2018 року, можна було відзначити певний прогрес). Деякі учасники ринку (такий як, «Енергоатом») зробили конкретні кроки і, наприклад, вже придбали ІТ-системи, які дозволять їм купувати та продавати електроенергію через ринок двосторонніх договорів, ринку «на добу вперед» та внутрішньодобовому ринку.

Інші все ще борються з адаптацією відповідної стратегії і можуть відставати від закупівель ІТ-систем та реалізації інших організаційних заходів (створення центрів клієнтської підтримки, ефективних систем білінгу, тощо) [6].

На даний момент Україна є єдиною державою пострадянського простору, яка іде шляхом реформування енергетичного ринку. Необхідно також врахувати, що для того, щоб роздрібні та оптові ринки електроенергії стабілізувалися, знадобиться деякий час, але наприкінці шляху лежить винагорода за більш конкурентний і безпечний ринок електроенергії з перспективою приєднання до загальноєвропейського ринку електроенергії на рівних умовах, на користь українського споживача.

Застереження, які можуть впливати на реалізації процесу лібералізації енергоринку України

За дослідженнями, проведеними Антимонопольним комітетом України (АМКУ), лібералізація енергетичного ринку України перш за все повинна проходити з закриттям проблемних (невирішених) питань, найбільш гострим з яких є висока концентрація ринку: частка «Енергоатому» - понад 55 % ринку генерації електроенергії, «ДТЕК» займає близько - близько 25 %.

Це попереджує присутність на ринку факторів високого ризику зловживання ринковою владою, які можуть становити :

- встановлення монополю високих цін окремими гравцями ринку;
- застосування різних договірних підходів (цін чи умов) до рівнозначних угод;
- створення штучного дефіциту (відмова від реалізації / обмеження виробництва);
- недопуск на ринок нових гравців / усунення з ринку конкурентів;
- використання або розголошення конфіденційної (інсайдерської інформації).

Передбачається, що в перші півроку новий ринок працюватиме в режимі «безпечного перехідного режиму», під час якого діятимуть певні обмеження самостійності генеруючих компаній. Цей період має бути використаний для роботи зі створення умов, за яких головним регуляторним фактором стане конкуренція. Для того, щоб змусити найбільших гравців змагатися (а не домовлятися) між собою.

Зокрема АМКУ надав пропозицію із запровадження на ринку двосторонніх договорів біржової торгівлі за принципом двостороннього електронного аукціону та залучити імпорту електроенергію як дієвого конкурента для вітчизняних виробників (на першому етапі принаймні в «Бурштинський острів», що вже створить конкурентний тиск на генерацію). Реалізація цього дозволить запровадити справжню конкуренцію, яка забезпечить: зниження цін на електроенергію; підвищення якості та безпеки надання послуг з її постачання; забезпечення енергетичної безпеки держави через синхронізацію ОЕС України із європейським ринком [7].

Реформування енергоринку та наслідки.

Реформування енергетичного ринку є першочерговою умовою стратегії розбудови розумного співтовариства Energy Smart Community, як одна з ключових складових переходу до Smart Grid та Smart City передбачає поділ за типом гео-локаційного місцезнаходження учасників, активних споживачів, на співтовариства в міському середовищі, передмістя та приватному секторі. Такий поділ пояснюється різними характеристиками: споживання електроенергії, соціально-економічними відмінностями, щільністю забудови, наявністю приватних та/або колективних генеруючих систем з подальшою кооперацією та створенням VPP.

Сонячна фотоелектрична енергія - це тип ВДЕ, який має найбільш прогресивний ріст та максимальну комерційну цінність в Україні, отже, виникає необхідність в більш детальному розгляді саме цього сегменту ОЕС України, виходячи з умови темпів росту, популяризації в Україні, вартості обладнання та комплектуючих [8].

Впровадження в енергетичну систему України PV систем і зміни економіко-споживчого мислення споживачів призвело до появи та функціонування таких моделей споживачів, окрім традиційного consumer, як prosumer та prosumage. Це є передумовою для зміни базової стратегії функціонування енергосистем і енергоринку, створення нових форматів взаємодії в рамках «споживач-енергопостачальна компанія», які описані в понятті віртуальна електростанція (VPP).

Однак на виробництво сонячної фотоелектричної енергії значно впливають екологічні та кліматичні фактори, що робить процес генерації мінливим та невизначеним, має великий вплив на планування та експлуатацію електромереж [1, 2].

Віртуальна електростанція (Virtual Power Plant (VPP)) широко вивчається для вирішення проблем з підключенням до розподілених мереж відновлюваної енергії. VPP може розглядатися як система управління координацією енергоресурсів, яка поєднує та оптимізує систему накопичення енергії (ESS), кероване навантаження, електромобіль та інші розподілені енергоресурси (DER) на основі передових інформаційно-комунікаційних технологій. Він виступає як спеціальна установка, яка бере участь у ринку електроенергії та експлуатації енергомереж, допомагає реалізувати підключення до мережі та покращує здатність енергоспоживання відновлюваної енергії. VPP - це високоефективна система підвищення енергоефективності та сприяння розвитку відновлюваної енергії.

Лібералізація ринку електроенергії – це перш за все політичний та регуляторний процес, який створює конкуренцію замість монополії у енергетиці. Головна мета лібералізації – підвищення ефективності на ринку е/е через конкуренцію. Краща ефективність призводить до зниження витрат і цін, що підвищує конкурентоспроможність учасників ринку.

Ринок електричної енергії був лібералізований у всіх країнах ЄС, крім Болгарії та Мальти. За досвідом країн ЄС, лібералізація ринку відбувається протягом 5–10 років. В Україні пройшло лише два роки з дати прийняття закону «Про ринок електричної енергії» до впровадження реформ для лібералізації ринку. Незважаючи на те що в країнах ЄС лібералізація вже завершилась, досі існують певні технічні чи політичні бар'єри для впровадження єдиного ринку, що призводять до регіонального поділу.

Одна з особливостей електроенергії полягає в тому, що вона не є розповсюдженим предметом міжнародної торгівлі на відміну від нафти та природного газу. У 2015 році з усього валового виробництва електроенергії у світі лише біля 3% було експортовано через національні кордони. При цьому із цих 3% більша частина експорту – 58% – припадає на країни Європи та 9% – на експорт з Канади до США. Однак створенню єдиного ринку електричної енергії країн ЄС та експорту передували певні реформи та суттєві регуляторні зміни у країнах ЄС [9].

Зокрема, лібералізації ринків електричної енергії передували наступні реформи, показані на рисунку 4:



Рисунок 4– структурна схема енергетичного VPP ринку

Для поступової лібералізації були прийняті наступні директиви, показані на рис 5:

Перший енергопакет – Директива 96/92/ЄС стосовно спільних правил для внутрішнього ринку електроенергії.

Ця директива створила передумови для лібералізації ринку електричної енергії ЄС шляхом надання переваги конкуренції та вільній торгівлі.

Другий енергопакет – Директива 2003/54/ЄС стосовно спільних правил для внутрішнього ринку електроенергії, яка скасовує Директиву 96/92/ЄС.

Прийняття цієї директиви було спрямоване на забезпечення постачання електроенергії всім споживачам, стимулювання конкуренції та створення незалежного регулюючого органу.

Третій енергопакет – Директива 2009/72/ЄС щодо загальних правил для внутрішнього ринку електроенергії.

Ця директива була зосереджена на питаннях, пов'язаних із поліпшенням функціонування внутрішнього ринку електроенергії, посиленням повноважень та незалежності національних регуляторів, заходах щодо посилення безпеки постачання.

Закон України «Про ринок електричної енергії» спрямований на імплементацію актів законодавства Енергетичного співтовариства у сфері енергетики, а саме директиви Третього енергопакету.

Четвертий енергопакет «Чиста енергія для всіх європейців» лише починає впроваджуватися в країнах ЄС та ще не застосовується до реформування ринку електроенергії України. При цьому одним із завдань четвертого енергопакету є створення сучасного дизайну для європейського енергоринку,

адаптованого до нових реалій – більш гнучкого та пристосованого для інтеграції більшої частки відновлюваних джерел енергії.



Рисунок 5 – Етапи лібералізації ринку електричної енергії ЄС

Основна мета лібералізованих ринків електроенергії - гарантувати безпеку загальної системи, підвищити ефективність роботи та знизити вартість електроенергії за рахунок конкуренції.

Успіх ринку електроенергії, не залежить лише від адекватної регуляторної політики, а й від прибутковості суб'єктів-учасників. Електричні ринки - це конкурентоспроможне та динамічне середовище, де різні члени грають різноманітну роль, приймаючи рішення, які можуть кардинально змінити результат ринку. Зі збільшенням відновлюваних джерел енергії та необхідністю їх впровадження на ринок електричної енергії створюється все більш нестабільна система, яка потребує інноваційних інструментів підтримки для пом'якшення цієї спорадичної поведінки.

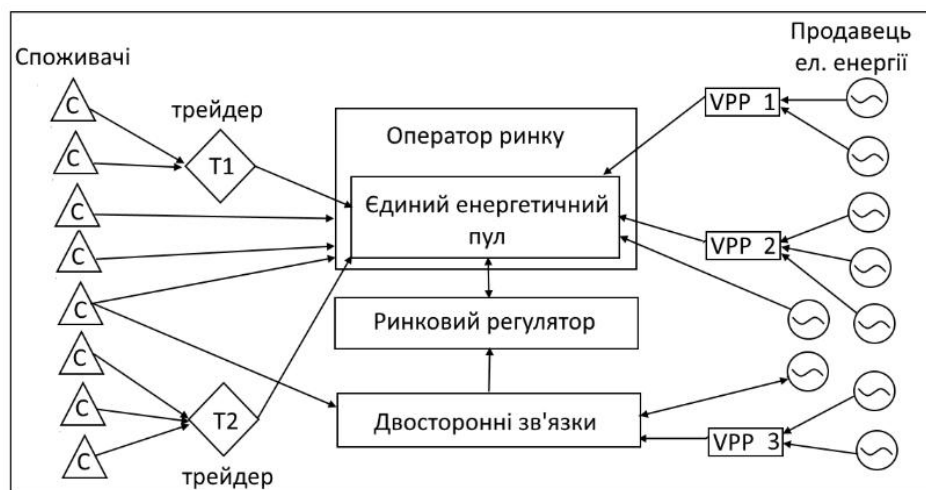


Рисунок 5 – структурна схема енергетичного VPP ринку електричної енергії

Ігрові поля повинні бути вирівняні для того, щоб включити ці новітні технології, через державне регулювання, приватні та державні інвестиції, місцеву участь та наукові дослідження і розвиток. Мультиагентна система керування енергетичним ринком (МАСКЕР) забезпечує зв'язок між академічним, державним та приватним сектором, створюючи технічну та організаційну основу, яка дозволяє торгівлі електричною енергією з розподіленого покоління бути конкурентоспроможною на енергетичних ринках, маючи змогу моделювати чотири типи ринків: форвардні ринки, Ринки пулу, двосторонні контракти та гібридні ринки. МАСКЕР - багатоагентний симулятор конкурентних ринків електроенергії [3, 4]; це імітаційний інструмент підтримки прийняття рішень, призначений для аналізу та експерименту з різними ринковими моделями, пов'язаними з ринком, що випереджає день, та 24-ти періодами торгівлі. Програма

використовує мультиагентну архітектуру, яка визначає суб'єктів, які братимуть участь у купівлі та продажу електроенергії, та включає різні стратегії для кращого моделювання поведінки покупців та продавців під час участі в структурі ринку електричної енергії. Багатоагентська модель MASKER є потужним інструментом для розуміння поведінки агентів (покупців, продавців, гравців ринку, торговців та операторів) з використанням динамічних стратегій та аналізу сценаріїв, заснованих на математичних моделях, таких як теорія ігор, машинне навчання та оптимізація методи моделювання ринкових агентів та надання їм підтримки прийняття рішень, що набирають конкурентну перевагу. MASKER зосереджується на переговорних стратегіях купівлі та продажу електричної енергії для того, щоб:

- забезпечити засоби для отримання відчутних результатів та прийняття обґрунтованих рішень, тим самим отримуючи конкурентні переваги. Цю перевагу отримують, вивчаючи кілька механізмів переговорів, що знаходяться на ринках електроенергії, що випереджаються, надаючи інструмент підтримки прийняття рішень та допомагаючи VPP вдосконалити свої стратегії боротьби з ринком [8]. Модель MASKER забезпечує базу для VPP, щоб використовувати стратегії, що дозволяють агрегації розподілених генераційних установок отримати технічні та економічні переваги, отримані від комбінованих

- використання різних технологій виробництва, що перевершує недоліки таких технологій та надає користувачам динамічні стратегії, які можуть бути спеціально адаптовані до бажаних характеристик агента. Структура MASKER дозволяє користувачеві відтворити та проаналізувати ринок у контрольованому

- навикилишене середовище, використовуючи кілька методів штучного інтелекту та обміну даними, щоб показати, як ринок поводить себе та розвивається, і чітко показуючи, які дії потрібно вжити, адаптуючись до зміни ринкового середовища. Завдяки включенню VPP в програмне забезпечення, MASKER може вивчати ефекти управління коаліцією, ефективно та оптимізувати загальну сукупну потужність, керуючи внутрішніми питаннями (наприклад, оплата праці, управління резервами, виробничі витрати тощо) між компанією та генераторами та аналізує вплив кожного конкретного генератора на роботу VPP. Інтеграція відновлюваних джерел енергії та постійні зміни урядової політики на латині.

MASKER - ідеальний інструмент для моделювання бажаної структури для розуміння того, як працює ринок електроенергії, і чудовий інструмент для навчання, оскільки він включає симетричні ринки пулу, змішані ринки (як симетричні, так і асиметричні) та двосторонні контракти.

Реалізація процесу врегулювання небалансів або організації комерційного обліку, які є ключовими для належного функціонування оптового ринку, затягується. Відсутність конкуренції між виробниками електроенергії є ще більш серйозною перешкодою для досягнення ліквідного та здорового функціонування оптового ринку. На ринку є кілька великих виробників (в основному державні теплові електростанції та електростанції, що належать ДТЕК), і можливості для транскордонної торгівлі обмежені. Лише відносно невелика частина України (Бурштинський енергоострів) пов'язана з енергоринками ЄС. Лінії електропередачі з Росією та Білоруссю не використовуються для торгівельних цілей, і можливе ринкове сполучення з Молдовою матиме відносно обмежений вплив на ліквідність українського ринку і не зруйнує нинішню олігополістичну структуру. Швидка фізична інтеграція із ENTSO-E та подальша лібералізація експорту та імпорту електроенергії (валові обсяги яких наразі підлягають попередньому затвердженню з боку уряду) мають потенціал для значного збільшення ліквідності українського ринку електроенергії.

Однак у 2018 році було зроблено багато для того, щоб реалізувати концепцію роздрібного ринку електроенергії. Зокрема, український регулятор (НКРЕКП) розробив і прийняв всі необхідні підзаконні акти в рекордно короткі терміни. Ці досягнення вражають ще більше, адже перша половина 2018 року була відзначена втратою кворуму, необхідного для прийняття рішень, й інституція була паралізована. У березні 2018 року були прийняті Правила ринку, Правила роздрібного ринку, Кодекс розподільних систем та Кодекс комерційного обліку. Як наслідок, було встановлено структуру контрактних відносин між учасниками ринку та іншими ключовими процесами, такими як правила зміни постачальника, процедури вирішення спорів або обліку. На початку осені 2018 року НКРЕКП прийняла тарифи для операторів систем розподілу (ОСР), постачальника універсальної послуги, та постачальника «останньої надії». Створення тарифної методології та передбачуваної структури тарифів для кожного з цих учасників ринку є передумовою для відокремлення (unbundling) та ліквідації перехресного субсидіювання. Постачальники універсальних послуг повинні мати можливість функціонувати незалежно від ОСР в межах однієї структури власності; ОСР повинні отримувати достатньо коштів для фінансування технічного обслуговування та розвитку мереж. До кінця року НКРЕКП схвалила контракти між ДП «Енергоринок», постачальниками універсальних послуг та постачальником «останньої надії». В останні дні 2018 року, уряд вирішив призначити державну компанію «Укрінтеренерго» (відповідальна за імпорт / експорт електроенергії) постачальником «останньої надії» на всій території України до січня 2021-го року.

Дані кроки вимагали значних зусиль, і деякі аспекти залишаються спірними та/або не вирішеними. Наприклад, дата переходу на стимулююче регулювання для ОСР (регульована база активів як основа для розрахунку тарифів) була відкладена. Модель компенсації для постачальників універсальних послуг для

пом'якшення наслідків можливої нестабільності оптового ринку після липня 2019 року далека від чіткої. Ситуація із захищеними споживачами та питання щодо належного балансу між платіжною дисципліною та захистом від переривань поставок (наприклад, з водоканалами) залишаються невирішеними. Необхідно запровадити ефективну систему підтримки вразливих споживачів, які мають труднощі з оплатою комунальних послуг. Водночас, як було зазначено, НЕК «Укренерго» не досягла значного прогресу у створенні IT-системи для централізованого врегулювання небалансів, і на даний час уряд не обрав банк, який буде забезпечувати фінансові гарантії та кліринг. Важко оцінити готовність учасників ринку до нової моделі (хоча, виходячи з опитувань, проведених проектним офісом протягом 2018 року, можна було відзначити певний прогрес). Деякі учасники ринку (наприклад, «Енергоатом») зробили конкретні кроки і, наприклад, вже придбали IT-системи, які дозволяють їм купувати та продавати електроенергію через ринок двосторонніх договорів, ринку «на добу вперед» ат внутрішньодобовому ринку. Інші все ще борються з адаптацією відповідної стратегії і можуть відставати від закупівель IT-систем та реалізації інших організаційних заходів (створення центрів клієнтської підтримки, ефективних систем білінгу, тощо). Проте є досвідчені компанії, які вже працюють в Україні і здатні запропонувати готові рішення для учасників ринку. Деякі компанії, у тому числі зі Словаччини, допомагають «Укренерго» та іншим учасникам українського ринку.

Незважаючи на всі ці недоліки та неминучі виклики, є підстави того, що Україна ціленаправлено виконує програму з лібералізації своїх енергетичних ринків.

За винятком країн Балтики та Грузії, Україна є єдиною державою пострадянського простору, яка іде новим шляхом, реформування енергоринку на шлугу до програми з лібералізації. Очевидно, щоб роздрібні та оптові ринки електроенергії стабілізувалися, знадобиться деякий час, але наприкінці шляху лежить винагорода за більш конкурентний і безпечний ринок електроенергії з перспективою приєднання до загальноєвропейського ринку електроенергії на рівних умовах, на користь українського споживача.

Висновки:

Україна зробила великий технічні, економічні та політичні кроки до лібералізації роздрібного ринку електроенергії, відповідно до стандартів ЄС. В роботі розглянуто фактори, що впливають на реалізацію умови лібералізації енергоринку. Реалізація процесу врегулювання небалансів або організації комерційного обліку, які є ключовими для належного функціонування оптового ринку, затягуються. Відсутність конкуренції між виробниками електроенергії. На ринку є кілька великих виробників (в основному державні теплові електростанції та електростанції, що належать ДТЕК), і можливості для транскордонної торгівлі обмежені. Наведено застереження, які можуть впливати на реалізації процесу лібералізації енергоринку України. Представлено етапи реформування енергоринку та наслідки.

Надано оцінку етапам, передумовам, критеріям та можливим наслідкам в реалізації і роботі лібералізованих енергоринків. Описано основні фактори, що впливають на реалізацію умови лібералізації енергоринку. Для активних поживачів, які є основним елементом переходу та становлення лібералізованого енергоринку визначено негативні наслідки і переваги в процесі формування свідомого і активного енергетичного суспільства.

Список використаної літератури

1. National Energy and Utilities Regulatory Commission: " On the status of the renewable energy sector in 2019" Available: <http://www.nerc.gov.ua>. Accessed on: 02.01.2020.
2. Постанова «Про встановлення "зелених" тарифів на електричну енергію для приватних домогосподарств» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1022-16>
3. Проект Закону про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://portal.rada.gov.ua>
4. Закон України про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://portal.rada.gov.ua>
5. The International Renewable Energy Agency (IRENA) – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.irena.org/>
6. Ukraine on the way to liberalization of the electricity market. Available: <https://ua-energy.org/>
7. Застереження, які можуть впливати на реалізації процесу лібералізації енергоринку України – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.amc.gov.ua>
8. Zajc, M., Kolenc, M., & Suljanović, N. (2019). Virtual power plant communication system architecture. Smart Power Distribution Systems, 231–250. doi:10.1016/b978-0-12-812154-2.00011-0
9. Україна лібералізує свій ринок електроенергії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mind.ua/>

P. Sokolovskiy., PhD student, ORCID 0000-0002-0113-4479
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

THE VIRTUAL POWER PLAN INTERACTION AND ACTIVE CONSUMERS ANALYSIS, IN THE FRAMEWORK OF THE HIERARCHICAL SYSTEM WITH THE LIBERALIZED LIMITATIONS

Ukraine's energy development is under review in the regime of reform and legislative forces. The path to energy liberalization will not be a new process in the development of the EU and US energy sectors, but it will not be fully implemented in Ukraine. The liberal energy main features are the guarantee of a secure overall system, efficient operation and electricity vacancies use for competitors. The success of the electricity market, not using adequate regulatory policies, and the participating entity's profitability. Offered by virtual power plants and concepts of energy collaboration - a global trend that is actively promoted and implemented in their regions. It can actually be used for the domestic development of the energy sector. As a result, the state and main stages of reforming the Ukrainian energy market are analyzed. The stages, transitional, criterion and possible conservation in enterprises and liberalized energy markets are evaluated. The main factors that should make the implementation of energy market liberalization are described. For the active consumers, who are the main element of the transition and placement of the larger-scale libero, the energy market remains negative, experiencing and experiencing a conscious and active energy value in the world.

Key words: Renewable Energy, Virtual Power Plant (VPP), Liberalization, Energy Market, Energy Smart Community (ESC), Smart City, Smart Grid, Photovoltaic (PV), Renewable Energy (RES), Distribution, Solar power generation, distributed generation, energy storage system (ESS).

References

1. National Energy and Utilities Regulatory Commission: " On the status of the renewable energy sector in 2019" Available: <http://www.nerc.gov.ua>. Accessed on: 02.01.2020.
2. Resolution "On the establishment of green" tariffs for electric energy for private households" Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1022-16>. Accessed on 10.01.2020.
3. Draft Law on Amendments to Certain Laws of Ukraine on Ensuring Competitive Conditions for Generation of Electricity from Alternative Energy Sources Available: <https://portal.rada.gov.ua> .Accessed on 14.01.2020.
4. Law of Ukraine on Amendments to Certain Laws of Ukraine on Ensuring Competitive Conditions for Generation of Electricity from Alternative Energy Sources Available: <https://portal.rada.gov.ua> Accessed on 16.01.2020.
5. The International Renewable Energy Agency (IRENA) Available: <https://www.irena.org/> Accessed on 12.12.2019.
6. Ukraine on the way to liberalization of the electricity market. Available: <https://ua-energy.org/>
7. Reservations that may affect the implementation of the process of liberalization of the Ukrainian energy market Available: <http://www.amc.gov.ua> Accessed on 17.01.2020.
8. Zajc, M., Kolenc, M., & Suljanović, N. (2019). Virtual power plant communication system architecture. Smart Power Distribution Systems, 231–250. doi:10.1016/b978-0-12-812154-2.00011-0
9. Ukraine is liberalizing its electricity market Available: <https://mind.ua/> Accessed on 16.01.2020.

Надійшла 27.10.2019
Received 27.10.2019